

## TITLE OF THE INVENTION

### VALVE TIMING CONTROL DEVICE

## FIELD OF THE INVENTION

本発明は、内燃機関の吸排気弁の開閉時期を制御する弁開閉時期制御装置に関するものである。

## BACKGROUND OF THE INVENTION

従来の弁開閉時期制御装置としては、特開平 1 1—1 3 2 0 1 4 号公報に開示される技術がある。この装置は、互いに相対回転及び一体回転可能なハウジング及びロータと、ハウジングに形成され、ロータの外周面と摺接する突部と、ロータとハウジングとの間に形成される流体圧室と、ロータに設けられ流体圧室を遅角室と進角室とに区画するベーンと、遅角室の容積が減少すると共に進角室の容積が増加する進角方向に向けてハウジングに対してロータを付勢するトーションコイルスプリングとを備えている。トーションコイルスプリングは、カムシャフトに作用する変動トルクに起因して、ハウジング等に対してロータに内燃機関の運転中に常に働く遅角方向への力を考慮して設けられており、トーションコイルスプリングにより進角側への位相変換の応答速度の向上を図っている。トーションコイルスプリングの一端はハウジングに接合されるプレートに形成される第 1 收容溝に係止され、トーションコイルスプリングの他端はロータに形成される第 2 收容溝に係止されるものである。

上記従来技術は、トーションコイルスプリングの一端にはトーションコイルスプリングの巻線部の軸長方向に導出される第 1 フック部が設けられ、第 1 フック部をプレートに形成される第 1 收容溝の溝底に形成される第 1 フック係止穴に挿入し係止すると共に、トーションコイルスプリングの他端にはトーションコイルスプリングの巻線部の軸長方向に導出される第 2 フック部が設けられ、第 2 フック部をロータに形成される第 2 收容溝の溝底に形成される第 2 フック係止穴に挿入し係止するものである。

上記した従来の装置においては、トーションコイルスプリングの姿勢を保持するために、トーションコイルスプリングの一端側の巻線部がプレートに設けられ

た突起およびらせん状の溝に係合している。そのため、弁開閉時期制御装置の作動時におけるトーションコイルスプリングの捩じり角度の変化によって巻線部の内外径が変化して、巻線部が突起およびらせん状溝に摩擦接触し、トーションコイルスプリングが所望の捩じりトルクを与えることができなくなる。

## SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、トーションコイルスプリングが所望の捩じりトルクを安定して付与することができる弁開閉時期制御装置を提供することを課題とする。

上記課題を解決するため、本発明は互いに相対回転及び一体回転可能なハウジング及びロータと、該ハウジングに形成され、該ロータの外周面と摺接する少なくとも1つの突部と、前記ロータと前記ハウジングとの間に形成される流体圧室と、前記ロータ又は前記ハウジングに設けられ前記流体圧室を遅角室と進角室とに区画するベーンと、その一端が前記ハウジングに係止されると共にその他端が前記ロータに係止され、前記遅角室の容積が減少すると共に前記進角室の容積が増加する進角方向に向けて前記ハウジングに対して前記ロータを付勢するトーションコイルスプリングとを備えた弁開閉時期制御装置において、前記トーションコイルスプリングを前記ハウジング及び前記ロータと摩擦接触しないように所定角度捩られて配設した。

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、本発明の実施形態である弁開閉時期制御装置の縦断面図である。

図2は、図1のⅡ－Ⅱ線に沿った断面図である。

図3は、図1のⅢ－Ⅲ線に沿った断面図である。

図4は、トーションスプリング（トーションコイルスプリング）の端面図である。

図5は、トーションスプリング（トーションコイルスプリング）の側面図である。

図6は、トーションスプリング（トーションコイルスプリング）の他実施例の端面図である。

図7は、トーションスプリング（トーションコイルスプリング）の他実施例の側面図である。

図8は、トーションスプリング捩じり角度と摩擦抵抗（フリクシントルク）の関係を示す説明図である。

## DETAILED DESCRIPTION OF THE PRESENT INVENTION

以下、本発明に従った弁開閉時期制御装置の実施例を図面に基づき、説明する。

図1及び図2に示した弁開閉時期制御装置は、内燃機関の図略のシリンダヘッドに回転自在に支承された弁開閉用のカムを有するカムシャフト10とこの先端部に一体的に組み付けたロータ20と、ロータ20に所定範囲で相対回転可能に外装されたハウジング30、フロントプレート（プレート）40、リアプレート50及びハウジング30の外周に一体的に設けたタイミングsprocket31からなる回転伝達部材と、ロータ20とフロントプレート40との間に組付けたトーションスプリング（トーションコイルスプリング）60と、ロータ20に組付けた4枚のベーン70と、ハウジング30に組付けたロックピン80等によって構成されている。

図1に示すように、ハウジング30は、ロータ20の外周に所定の角度範囲で相対回転可能に組み付けられていて、その両側にはフロントプレート40とリアプレート50が接合され、4本の連結ボルト92によって一体的に連結されている。ハウジング30の外周には、リアプレート50が接合される後端側にタイミングsprocket31が一体的に形成されている。タイミングsprocket31と図略の内燃機関のクランクシャフトのsprocketとの間には、図略のタイミングチェーン又はタイミングベルトの伝達部材が架設されている。内燃機関のクランクシャフトがsprocketと共に駆動すると、タイミングチェーン又はタイミングベルトの伝達部材を経て、タイミングsprocket31が回転し、ハウジング30がフロントプレート40及びリアプレート50と共に回転し、ロータ20が回転し、ロータ20と一体のカムシャフト10が回転し、カムシャフト10のカムが内燃機関の弁を押し上げて開閉させる。

ハウジング30の内周には、周方向に所定間隔で4個の突部33が径内方向に

向けて夫々突出形成されていて、これら突部 33 の内周面がロータ 20 の外周面に摺接し、ハウジング 30 がロータ 20 に回転自在に支承されている。ハウジング 30 の隣り合う突部 33 とロータ 20 の外周面との間には流体圧室 R0 が形成されている。突部 33 のうちの 1 つの突部 33 A には、ロックピン 80 とロックピン 80 を付勢するスプリング 81 とを収容する退避孔 34 と、スプリング 81 の一端に係止するリテーナ 82 を挿入する挿入溝 35 とが形成されている。突部 33 A は、ハウジング 30 の周方向の剛性が確保できるように他の突部 33 に比べて周方向幅が大きく設定されている。

ロータ 20 は、単一の取付ボルト 93 によってカムシャフト 10 に一体的に固着されていて、4 枚のベーン 70 を夫々径方向に移動可能に取り付けるためのベーン溝 21 を有している。また、ロータ 20 は、図 2 に示した状態すなわちロータ 20 とハウジング 30 の相対位相が所定の位相（最進角位相）で同期したとき円筒状のロックピン 80 の頭部が所定量嵌入される受容孔 22 と、この受容孔 22 にハウジング 30 の外周面に軸方向に形成される軸方向溝 32 を介して作動油を給排可能な連通孔 26 及び通路 23 と、各ベーン 70 によって流体圧室 R0 が区画された遅角室 R2（図 2 の下のものは除く）に作動油を給排する通路 25 と、各ベーン 70 によって流体圧室 R0 が区画された進角室 R1 に作動油を給排する通路 24 とを有している。図 2 の下の遅角室 R1 には、通路 23 の外方端が連通するロータ 20 の外周に形成される周方向溝 27 を介して作動油が給排されるようになっている。このような構成において、受容孔 22 には最進角状態にてのみ作動油が給排されるように構成されている。尚、各ベーン 70 はベーン溝 21 の底部に収容したベーンスプリング 71 によって径外方向に付勢されている。また、受容孔 22 の径は、ロックピン 80 の外径よりも少量大きく設定されている。

内燃機関の停止時には、図 2 に示すように、ハウジング 30 に対してロータ 20 が最進角位相となっており、複数個のベーン 70 のうち 1 個のベーン 70 a は、このベーン 70 a が対面する突部 33 の端面 33 a に当接し、ロータ 20 が進角方向へ回転することを阻止する進角方向ストッパとして機能している。また、ハウジング 30 に対してロータ 20 が最進角位相となっているときには、ロックピン 80 の頭部がロータ 20 の受容孔 22 に嵌入しロックされ、ロックピン 80 が

遅角方向ストッパとして機能していると共に、ベーン７０が進角方向ストッパとして機能しているため、ロータ２０はハウジング３０に対して進角方向及び遅角方向の双方に回転できず、規制される。このようにロータ２０が規制された状態で内燃機関が始動されることが好ましい。内燃機関の始動の際には、内燃機関の油圧が十分に安定しないため、ベーン７０がロータ２０の周方向に移動してバタツキを発生しようとするが、前述したように進角方向ストッパ及び遅角方向ストッパが機能するため、内燃機関の始動直後におけるベーン７０のバタツキが抑止される。

内燃機関の始動から時間が経過して内燃機関の油圧が安定した場合には、ロータ２０に形成されている通路２３及び連通孔２６とハウジング３０に形成されている軸方向溝３２を介して作動油が受容孔２２に供給されロックピン８０の頭部を加圧し、ロックピンを径外方向に移動させて解除する。このようにロックピン８０が解除されているとき、ハウジング３０に対するロータ２０の相対回転は許容され、この結果、クランクシャフトの回転位相に対するカムシャフト１０の回転位相を遅角方向又は進角方向に調整することができる。

この場合、進角室Ｒ１の作動油が進角油路２４から排出されると共に、遅角通路２５から作動油が遅角室Ｒ２に供給されると、遅角室Ｒ２の容積を増加させると共に進角室Ｒ１の容積を小さくするように、ロータ２０はベーン７０と共に遅角方向に向けてハウジング３０に対して相対回転する。最遅角位相では、複数のベーン７０のうち１個のベーン７０ｂは、このベーン７０ｂが対面する突部３３の端面３３ｂに当接し、ロータ２０が遅角方向へ回転することを阻止する遅角方向ストッパとして機能している。

一方、ロックピン８０が解除されているときに、遅角通路２５から遅角室Ｒ２の作動油が排出されると共に、進角通路２４から進角室Ｒ１に作動油が供給されると、進角室Ｒ１の容積を増加させると共に遅角室Ｒ２の容積を小さくするように、ハウジング３０に対してロータ２０はベーン７０と共に進角方向に向けて相対回転する。

さて本実施形態によれば図１に示すように、フロントプレート４０とロータ２０とにより、トーションスプリング６０を収容する収容室９０が環状に同軸的に



形成されている。収容室 90 は、フロントプレート 40 のロータ 20 に接合する端面から開口する環状の第 1 収容溝 91 と、ロータ 20 のフロントプレート 40 に接合する端面から開口する環状の第 2 収容溝 92 とで形成されている。

フロントプレート 40 の第 1 収容溝 91 は、環状の壁面である内周面 91a と、環状の壁面である外周面 91b と、収容溝 91 から径外方向に向けて部分的に凹設されている第 1 係止部 91c とを有する。第 1 係止部 91c は外周面 91b から径外方向に向けて、つまり第 1 フック部 61 の導出方向に向けて、外周面 91b において部分的に凹設されている。ロータ 20 の第 2 収容溝 92 は、環状の壁面である内周面 92a と、環状の壁面である外周面 92b と、収容溝 92 から径外方向に向けて部分的に凹設されている第 2 係止部 92c とを有する。第 2 係止部 92c は外周面 92b から径外方向に向けて、つまり第 2 フック部 62 の導出方向に向けて、外周面 92b において部分的に凹設されている。

このため、ロータ 20 に接合するフロントプレート 40 のロータ 20 と接合する端面に開口した第 1 係止部 91c とフロントプレート 40 に接合するロータ 20 の端面に開口した第 2 係止部 92c とを設けたことにより、トーションスプリング 60 をフロントプレート 40 及びロータ 20 に係止する場合、フロントプレート 40 の第 1 係止部 91c の開口に沿って第 1 フック部 61 を係止し、ロータ 20 の第 2 係止部 92c の開口に沿って第 2 フック部 62 を係止することができるので、トーションスプリング 60 の組み付けを容易に行うことができる。

フロントプレート 40 とハウジング 30 とリヤプレート 50 が一体的に組み付けられるとき、それぞれの芯ズレにより、フロントプレート 40 のロータ 20 に接合する端面から開口する第 1 係止部 91c と流体圧室 R0 が干渉し流体圧室 R0 から油漏れが発生する恐れがある。この点本実施形態によれば、図 3 に示すように、フロントプレート 40 の第 1 係止部 91c は、ハウジング 30 に形成される周方向幅が最大の突部 33A の周方向中央と略同位置に配設され組み付けられるようにしたため、つまり、流体圧室 R0 から隔離された位置に第 1 係止部 91c が配設されるため、作動油が流体圧室 R0 から収容室 90 へ漏れることを防止できる。

この場合、フロントプレート 40 の第 1 係止部 91c をハウジング 30 に形成

される周方向幅が最大の突部 33 A の周方向中央と略同位置に配設されるように組み付けるために、ハウジング 30 にポイントマーク 36 を設けることが好ましい。

図 1 に示すように、収容室 90 にはトーションスプリング 60 がロータ 20 に対して略同軸的に配設されている。図 1 に示すように、トーションスプリング 60 は断面円形状の金属線材をコイル状に曲成して形成されたものであり、トーションスプリング 60 はロータ 20 の中心軸芯に沿った軸芯を有する巻線部 63 と、巻線部 63 の軸長方向の一端から巻線部 63 の径外方向に導出された第 1 フック部 61 と、巻線部 63 の軸長方向の他端から巻線部 63 の径外方向に導出された第 2 フック部 62 とを有する。図 4 及び図 5 において、第 1 フック部 61 の導出量を  $E_1$ 、導出角度を  $A_1$  として示すと共に、第 2 フック部 62 の導出量を  $E_2$ 、導出角度を  $A_2$  として示す。導出量  $E_1$ 、 $E_2$  は、 $2B \leq \text{導出量 } E_1, E_2 \leq 3B$  ( $B$ : トーションスプリング 60 の線径) が好ましい。また、導出角度  $A_1$ 、 $A_2$  は、 $0 \leq \text{導出角度 } A_1, A_2 \leq 30^\circ$  が望ましい。

本実施形態によれば図 1 に示すように、収容室 90 の第 1 収容溝 91 の内周面 91 a 及び外周面 91 b とトーションスプリング 60 の巻線部 63 との間に隙間 C1 が形成されている。同様に、収容室 90 の第 2 収容溝 92 の内周面 92 a 及び外周面 92 b とトーションスプリング 60 の巻線部 63 との間に隙間 C2 が形成されている。

ハウジング 30 に対してロータ 20 が相対回転すると、トーションスプリング 60 のスプリング力が発揮される。このとき隙間 C1、C2 が形成されているため、トーションスプリング 60 の巻線部 63 が第 1 収容溝 91 の内周面 91 a 及び外周面 91 b、第 2 収容溝 92 の内周面 92 a 及び外周面 92 b に接触して過剰な摩擦抵抗が生じることを抑制できる。これによりトーションスプリング 60 の目標通りのスプリング力を発揮させるのに有利となる。隙間 C1、C2 は、隙間  $C1, C2 \geq 0.3$  が好ましい。

トーションスプリング 60 のスプリング力に対向してロータ 20 がハウジング 30 に対して回転するときには、トーションスプリング 60 の巻線部 63 の径が小さくなる方向に弾性変形する傾向がある。殊にトーションスプリング 60 の周

りには隙間C 1, C 2が設けられているため、トーションスプリング6 0のスプリング力に対向してロータ2 0がハウジング3 0に対して回転するときには、トーションスプリング6 0の巻線部6 3の径が小さくなる方向に弾性変形し易いものである。このとき、トーションスプリング6 0の第1フック部6 1及び第2フック部6 2が外れ易くなる傾向がある。この点本実施形態によれば、第1フック部6 1及び第2フック部6 2の双方が巻線部6 3径外方向に導出されているため、第1フック部6 1が第1係止部9 1 cから外れたり、第2フック部6 2が第2係止部9 2 cから外れたりすることは抑えられる。

また、前述のように、トーションスプリング6 0の第1フック部6 1及び第2フック部6 2のそれぞれの導出量E 1、E 2は、 $2B \leq \text{導出量} E 1, E 2 \leq 3B$  (B: トーションスプリング6 0の線径)、導出角度A 1、A 2は、 $0 \leq \text{導出角度} A 1, A 2 \leq 30^\circ$  とすることにより、第1フック部6 1と第1係止部9 1 cとが係合するの係合量及び第2フック部6 2と第2係止部9 2 cとが係合するの係合量が確保されるため、第1フック部6 1が第1係止部9 1 cから外れたり、第2フック部6 2が第2係止部9 2 cから外れたりすることは、効果的に抑えられる。

また、図6及び図7に示すように、第1フック部6 1及び第2フック部6 2をR形状にすると共に、フロントプレート4 0の收容溝9 1及びロータ2 0の收容溝9 2にそれぞれピンを設けて、第1フック部6 1及び第2フック部6 2を巻き掛けることにより、第1フック部6 1が第1係止部9 1 cから外れたり、第2フック部6 2が第2係止部9 2 cから外れたりすることは、更に効果的に抑えられる。

トーションスプリング6 0は、ベーン7 0を保持するロータ2 0をハウジング3 0に対して図2の反時計方向に常に付勢する付勢力を有している。このトーションスプリング6 0は、カムシャフト1 0に作用する変動トルクに起因して、ハウジング3 0等に対してロータ2 0に内燃機関の運転中に常に働く遅角方向への力(進角側への回転を阻害する力)を考慮して設けたものであり、常にロータ2 0をハウジング3 0に対して進角側へ付勢しており、これによってロータ2 0の進角側への作動応答性の向上が図られる。



トーションスプリング 60 は、ロータ 20 をハウジング 30 に対して常に付勢する付勢力を有するように、トーションスプリング 60 は振じられて組み付けられている。このとき、トーションスプリング 60 が振じられるように、トーションスプリング 60 の第 1 フック部 61 を係止したフロントプレート 40 と第 2 フック部 62 を係止したロータ 20 とを回転させて組み付けなければならない。この時、振じり角度が大きい場合、つまり回転角度が大きい場合、組み付け時間が長くなったり、フロントプレート 40 及びロータ 20 の回転角度の角度精度が低くなり、組み付け不良となる恐れがある。この点本実施形態によれば、トーションスプリング 60 の最大振じり角度は  $360^{\circ}$  以内であるため、組み付け時間が短くすることができ、また、フロントプレート 40 とロータ 20 との回転角度の角度精度が高めることができ、組み付けを確実に行うことができる。

また、前述したように、トーションスプリング 60 のスプリング力に対向してロータ 20 がハウジング 30 に対して回転するときには、トーションスプリング 60 の巻線部 63 の径が小さくなる方向に弾性変形する傾向がある。このとき、図 8 に示すようにトーションスプリング 60 の振じり角度が大きい場合は、トーションスプリング 60 の巻線部 63 が第 1 収容溝 91 の内周面 91a 及び外周面 91b、第 2 収容溝 92 の内周面 92a 及び外周面 92b に接触して過剰な摩擦抵抗（フリクショントルク）が生じる恐れがある。この点本実施形態によれば、トーションスプリング 60 の最大振じり角度は  $360^{\circ}$  以内であるため、摩擦接触することが防止され、安定した振じりトルクを発生させ、適切な作動性を得ることができる。

上記実施形態においては、排気用カムシャフト 10 に組付けられる弁開閉時期制御装置に本発明を実施したが、本発明は吸気用のカムシャフトに組付けられる弁開閉時期制御装置にも同様に実施し得るものである。

また、上記した実施形態においては、遅角室 R2 が最小容積となる状態（最進角状態）にてハウジング 30 に組付けたロックピン 80 の頭部がロータ 20 の受容孔 22 に嵌入されるように構成したが、進角室 R1 が最小容積となる状態（最遅角状態）にてハウジング 30 に組付けたロックピン 80 の頭部がロータ 20 の受容孔 22 に嵌入されるように構成し実施することも可能である。

本発明によれば、ロータ及びハウジングとの接触によるフリクションを抑えることができ、捩じりトルクを安定化し適性化することができると共に、組み付け時間を短くすることができ、また、プレート及びロータの回転角度の角度精度を確保することができ、組み付けを確実且つ容易に行うことができる。

## WHAT IS CLAIMED IS:

### Claim 1

互いに相対回転及び一体回転可能なハウジング及びロータと、  
該ハウジングに形成され、該ロータの外周面と摺接する少なくとも 1 つの突部と、  
前記ロータと前記ハウジングとの間に形成される流体圧室と、  
前記ロータ又は前記ハウジングに設けられ前記流体圧室を遅角室と進角室とに区画するベーンと、  
その一端が前記ハウジングに係止されると共にその他端が前記ロータに係止され、前記遅角室の容積が減少すると共に前記進角室の容積が増加する進角方向に向けて前記ハウジングに対して前記ロータを付勢するトーションコイルスプリングとを備えた弁開閉時期制御装置において、  
前記トーションコイルスプリングは前記ハウジング及び前記ロータと摩擦接触しないように所定角度振られて配設されていることを特徴とする弁開閉時期制御装置。

### Claim 2

前記トーションコイルスプリングの最大振り角度は  $360^{\circ}$  以内であることを特徴とする請求項 1 に記載の弁開閉時期制御装置。

### Claim 3

前記トーションコイルスプリングの一端が前記ハウジングに接合されるプレートに形成される第 1 收容溝に係止されると共に、前記トーションコイルスプリングの他端が前記ロータに形成される第 2 收容溝に係止され、前記第 1 收容溝は、前記ハウジングに形成される前記突部のうち周方向幅が最大の突部の周方向における略中央部分と略同位置に配設されることを特徴とする請求項 1 に記載の弁開閉時期制御装置。

#### Claim 4

前記トーションコイルスプリングの一端には前記トーションコイルスプリングの巻線部の径外方向に導出される第１フック部が設けられ、前記トーションコイルスプリングの他端には前記トーションコイルスプリングの巻線部の径外方向に導出される第２フック部が設けられ、前記第１収容溝には第１フック部が係止される第１係止部が設けられ、前記第２収容溝には第２フック部が係止される第２係止部が設けられ、前記第１係止部は前記プレートの前記ロータに前記接合する端面から開口し、前記第２係止部は前記ロータの前記プレートに前記接合する端面から開口していることを特徴とする請求項３に記載の弁開閉時期制御装置。

#### ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

互いに相対回転及び一体回転可能なハウジング及びロータと、該ハウジングに形成され、該ロータの外周面と摺接する少なくとも1つの突部と、前記ロータと前記ハウジングとの間に形成される流体圧室と、前記ロータ又は前記ハウジングに設けられ前記流体圧室を遅角室と進角室とに区画するベーンと、その一端が前記ハウジングに係止されると共にその他端が前記ロータに係止され、前記遅角室の容積が減少すると共に前記進角室の容積が増加する進角方向に向けて前記ハウジングに対して前記ロータを付勢するトーションコイルスプリングとを備えた弁開閉時期制御装置において、前記トーションコイルスプリングを前記ハウジング及び前記ロータと摩擦接触しないように所定角度振られて配設した。